

塗膜防水通気緩衝工法のふくれ圧力低減効果の評価方法の開発

その2 透気係数を用いた数値計算による考察

正会員 ○古澤 洋祐\*1 同 渡辺 光 \*4  
 同 橋田 浩 \*2 同 田中 享二\*5  
 同 塚越 雅幸\*3

ウレタン塗膜防水層 通気緩衝シート 透気性  
 ふくれ圧力 下地コンクリート

1. はじめに

その1では、通気緩衝シートの透気係数の測定装置を開発し、前報<sup>1)</sup>の実測で用いたシートの透気係数を測定した。本報では、通気緩衝シートの使用によるふくれ内部の圧力状態を数値計算の面から考察する。これは通気緩衝シートの役割を説明するばかりではなく、その効果を定量的に評価することも可能となる。

2. 通気緩衝シートの効果の数値計算による考察

2.1 数値計算モデル

数値計算モデルは、前報での屋根スラブを想定した実大試験体による測定を対象とした。図1に試験体の種類を示す。

2.2 数値計算の考え方と方法

ふくれ内部では、温度上昇により圧力が上昇しようとするが、圧力は下地コンクリートと通気緩衝シートを通して拡散する。この状態を、圧力の拡散および熱伝導を考慮した図2に示す、メッシュ間隔を縦1mm、横1cmとした二次元拡散モデルに置き換えた。なお、実測で用いた下地コンクリート裏面密閉試験体であるが、底板のコンパネと側面との完全密閉が難しく、実際には多少の隙間が残っている。そのためモデルでは下端の両節点のみは大気に開放されているとした。計算は前進差分法によった。差分計算におけるそれぞれの節点では、熱伝導による温度勾配から熱膨張圧と水蒸気圧の変化が生じ、圧力勾配に伴う拡散が生じるものとした<sup>2)</sup>。

$$\partial P/\partial t = (P_0 k / \epsilon \eta) \text{div grad } P + \partial P_a/\partial t + \partial P_v/\partial t \quad (1)$$

ここで P：ふくれ模擬空間内の圧力(Pa)、P<sub>0</sub>：圧力の初期値(Pa)、P<sub>a</sub>：圧力の乾燥空気分圧(Pa)、P<sub>v</sub>：圧力の水蒸気分圧(Pa)、k：透気係数(m<sup>2</sup>)、ε：有効空隙率(5%)<sup>3)</sup>、η：空気粘性度(Pa・s)

数値計算は、2009年6月11日4:30~12日4:30の30分ごと24時間の期間を対象として実施した。なお計算における、入力データは以下のとおりである。

(1) 温度データは図3に示す、実大試験体で測定したふくれ模擬空間内部の30分ごとの温度測定値を用いた。

(2) コンクリートの透気係数は、屋外実験に用いたコンクリート下地から直径100mmφのコアを抜き取り、透気試験を行い、得られた測定値 1.2×10<sup>-16</sup> m<sup>2</sup>を用いた。また通気緩衝シートの透気係数はその1の試験により得られた 5.0×10<sup>-10</sup> m<sup>2</sup>を用いた。

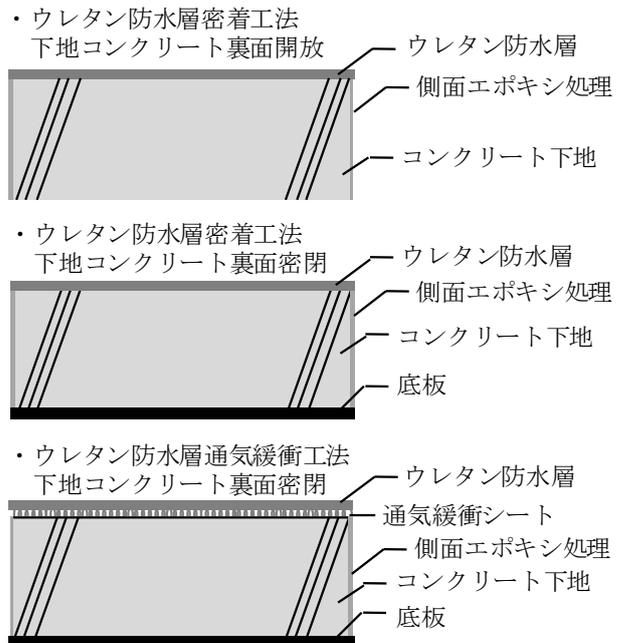


図1 コンクリート試験体の種類

10<sup>-10</sup> m<sup>2</sup>を用いた。

(3) 熱伝導計算には、コンクリートの熱拡散率 1.05×10<sup>-6</sup> (m<sup>2</sup>/s)を用いた。

(4) ふくれ模擬空間内部の湿度は、コンクリートの養生条件で差があると思われるが、コンクリート打設後2ヶ月以内であり、まだ十分な水分が存在していると考えられ、常に飽和状態にあると仮定した。

2.3 計算結果

数値計算結果を、実測結果と合わせて図4に示す。模擬空間の内部圧力は日中に上昇し、午後からは低下するが、計算結果も実測結果と同様な傾向が得られている。特に下地コンクリート裏面が密封されている場合は特に圧力が高まり、計算でも7kPaと少し実測より小さめの値になっているが、やはりかなり上昇する結果が得られている。下地裏面開放の場合は、圧力は0.3kPaとそれ程高くない。計算では午後から夕方にかけて、少し負圧となっているが、実測は負圧の測定できないブルドン管式圧力計による測定のため、圧力ゼロとなっている。

一方、ウレタン塗膜防水層下に通気緩衝シートを挿入する

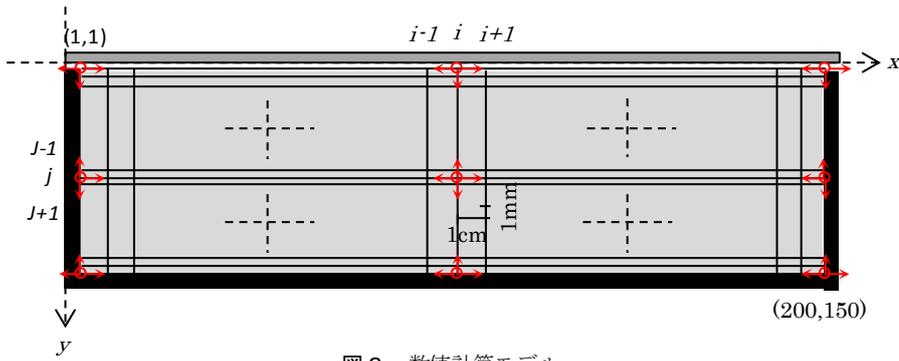


図2 数値計算モデル

と、実測では圧力がほとんど上昇してないことが示されているが、数値計算でも同様の結果が得られており、通気緩衝シートの使用がふくれ防止に有効であることが確認される。

### 3. 結論

その1で得られた通気緩衝シートの透気係数を用いて、ふ

くれ模擬空間内の圧力変化の数値計算を行い、実測結果と比較しながら、通気緩衝シートの有効性を示した。

#### 【参考文献】

- 1) 渡辺光、古澤洋祐、田中享二：通気緩衝シート of ウレタン塗膜防水工法のふくれ抑制効果 その1 ふくれ圧力測定、日本建築学会大会学術講演梗概集 A (北陸)、pp.37-38, 2010.9
- 2) 橋田浩、田中享二、小池迪夫：屋根防水層のふくれに及ぼす下地コンクリートの要因 (屋根防水層のふくれ現象のメカニズムに関する研究・その1)、日本建築学会構造系論文報告集、第416号、pp35-45, 1990.10
- 3) 橋田浩、田中享二、小池迪夫：防水層下地としてのコンクリートスラブの特性とふくれ形成圧力挙動 (屋根防水層のふくれ現象のメカニズムに関する研究・その2)、日本建築学会構造系論文報告集、第427号、pp39-46, 1991.9

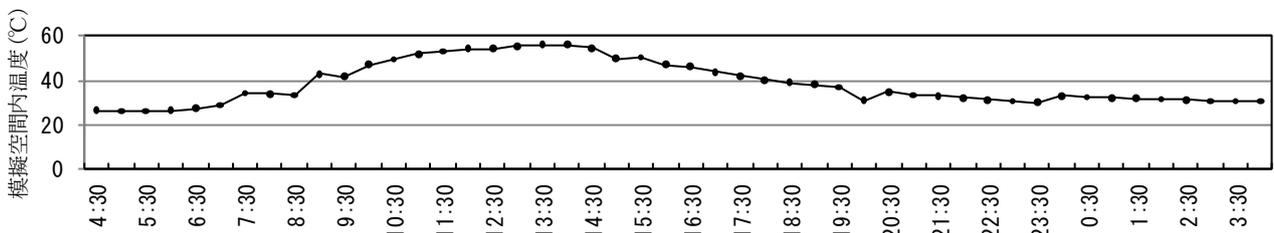


図3 ふくれ模擬空間内温度

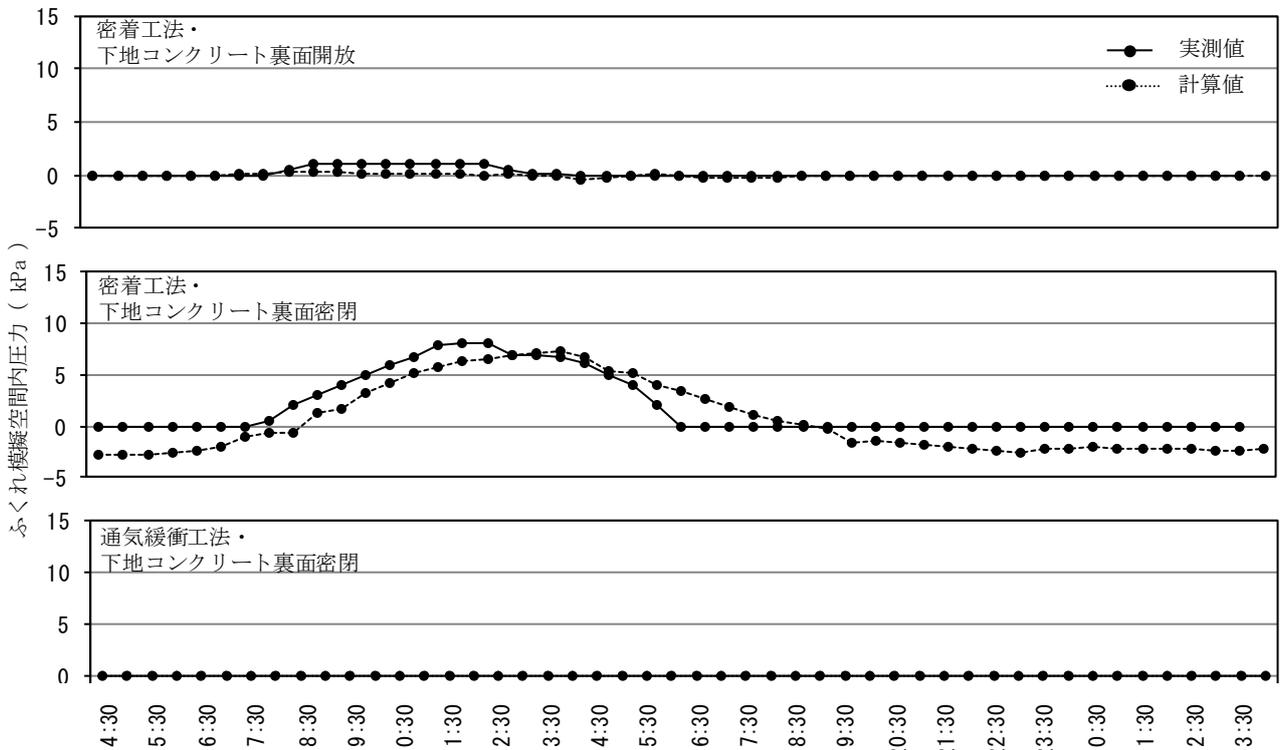


図4 ふくれ模擬空間内圧力の数値計算結果と実測結果 (2009.6.11~6.12)

\*1 AGC ポリマー建材 (株)  
(元 東京工業大学 大学院生)  
\*2 清水建設技術研究所  
\*3 徳島大学 工学部 建設工学科 助教授・工博  
\*4 レオン工業 (株)  
\*5 東京工業大学 建築物理研究センター 教授・工博

\*1 AGC POLYMER MATERIAL CO, LTD  
\*2 Institute of Technology, Shimizu Corporation, Dr. Eng.  
\*3 The University of Tokushima Department of Civil and Environmental Engineering Assistant Professor, Dr. Eng.,  
\*4 LEON KOUGYO Co., Ltd  
\*5 Prof., Structural Engineering Research Center, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.